

THESIS

Munich

1963

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

**Die fötale Zahnkeimentwicklung
im Röntgenbild**

Heinrich/Mack

AUS DER RÖNTGENABTEILUNG DER NERVENKLINIK DER
UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. K. Kollé
Abteilungsvorstand: Prof. Dr. K. Decker

Die fötale Zahnkeimentwicklung im Röntgenbild

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Heinrich Mack
Stuttgart

München 1963

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. DECKER
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. KOLLE
Dekan:	Prof. Dr. A. HERRMANN
Tag der mündlichen Prüfung:	22. 7. 1963

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINFÜHRUNG	5
VORBEMERKUNGEN	5
ZUR LITERATUR	6
EIGENES MATERIAL	6
TECHNIK	7
VERSUCHSANORDNUNG	8
BILDTEIL MIT BESCHREIBUNGEN	9-14
ERGEBNISSE UND VERGLEICH	15-16
ZUSAMMENFASSUNG	16
LITERATURANGABEN	17

EINFÜHRUNG

Die intrauterine Zahnentwicklung ist durch ausgedehnte Forschung auf histologischem und anatomischem Gebiet sehr genau bekannt und beschrieben.

Untersuchungen mit Hilfe des Röntgenbildes über die verschiedenen Entwicklungsstadien der embryonalen Zahnentwicklung wurden allerdings bis jetzt nur vereinzelt durchgeführt (u. a. von Th. KIRSCH, Heidelberg, W. WEBER, Berlin).

Es wird hier deshalb der Versuch unternommen, die bereits bekannten Tatsachen und Beobachtungen auf röntgenologischem Gebiet zu vergleichen.

VORBEMERKUNGEN

Die Zähne sind Hartsubstanzbildungen der Schleimhaut. Die normale Zahnanlage bildet sich schon sehr früh nach der Vereinigung der Gesichtsfortsätze in Form einer epithelialen Einstülpung der Zahnleiste. In dieser entstehen am Ende des zweiten Embryonalmonats durch Verdickung fast gleichzeitig sämtliche Schmelzknospen des Milchzahngebisses, die nach dem 4. Embryonalmonat selbständig werden. Die später von der weiterwachsenden Zahnleiste, die man jetzt Ersatzleiste nennt, sich entwickelnden Zahnanlagen der definitiven Zähne werden teils vor, teils nach der Geburt selbständig. Es werden in der Regel beim definitiven Gebiss vier Molaren angelegt, doch gelangt der vierte Molar beim Menschen nur äusserst selten zur Ausbildung. Das glockenförmige Schmelzorgan zeigt am Ort der späteren Zahnpulpa eine starke Verdichtung des Mesoderms. Beide Organe werden durch eine Anreicherung von Mesodermzellen gegenüber der übrigen Kiefersubstanz differenziert, wobei das sog. Zahnsäckchen entsteht. Dieses kann man aber erst bei der einsetzenden Ossifikation röntgenologisch erkennen, weil sein Inhalt anfänglich rein organischer Natur ist.

Der Zahn selbst wird also erst mit dem Beginn seiner mit Ossifikation verbundenen Wachstumsperiode röntgenologisch darstellbar. Zuerst treten dabei die sog. Dentinscherbchen an der Spitze der Zahnpulpa auf, denen kurze Zeit später vom Schmelzorgan aus die Schmelzprismen aufgelagert werden. Die Dentinscherbchen stellen also nichts anderes als Verkalkungszentren beginnender Verkalkung der bis jetzt rein organischen Zahnsubstanz dar. Bei Zähnen mit mehreren Höckern beginnt die Verkalkung isoliert, wobei die

einzelnen Höcker erst später untereinander verschmelzen. Die Schneidezähne des Milchgebisses werden als erste röntgenologisch im Kronenbereich im 5. und 6. Embryonalmonat sichtbar, im Unterkiefer etwas früher als im Oberkiefer. Bis zur Geburt sind Kalkablagerungen in sämtlichen Zähnen des Milchgebisses sichtbar, wobei die Reihenfolge des Auftretens der Zahnscherbchen grösser, z. T. erblich bedingter Variabilität unterworfen ist (siehe auch weiter unten).

Die Weiterentwicklung lässt sich durch die successiv zunehmende Kalkablagerung verfolgen, die wurzelwärts fortschreitet. Die Bildung der Zahnwurzel selbst setzt erst kurz vor Beginn des Zahndurchbruchs ein.

ZUR LITERATUR

Grundsätzlich ist zu sagen, dass derartige Röntgenuntersuchungen auf diesem Gebiet relativ selten gemacht worden sind. Aus der mir zugänglichen einschlägigen Literatur ist A. ZUPPINGER zu nennen, der sich eingehender mit Röntgendarstellungen in diesen Entwicklungsstadien befasst hat. Desgleichen Th. KIRSCH, der die Entwicklung des menschlichen Unterkiefers und der entsprechenden Zahnkeime anhand von Serienaufnahmen nach Clementschitsch in pränatalen Entwicklungsstadien beobachtete und beschrieb. Auch W. WEBER beschäftigte sich in einer Inauguraldissertation Ende des Jahres 1958 mit der röntgenologischen Darstellung der Zahnkeimentwicklung. +)

Die grosse Mehrzahl der anderen Autoren beschäftigte sich in diesen Frühstadien der Zahnkeimentwicklung mit histologischen oder morphologischen Forschungen.

EIGENES MATERIAL

Bei dem zur Untersuchung vorliegenden Material handelte es sich um Föten und Frühgeburten verschiedenen Alters und Geschlechts in den Schwangerschaftsmonaten 3 bis 9 und um ein ausgetragenes Neugeborenes. Von diesen Präparaten wurden insgesamt ca. 30-35 Röntgenaufnahmen aus unterschiedlichen Positionen hergestellt. Nach genauer Durchsicht und Aussortierung des gewonnenen Bildmaterials wurden 6 laterale Totalaufnahmen aus dem Zeitraum zwischen Mens 5-9 ausgewählt, davon eine aus Mens 5, 4 Aufnahmen aus Mens 7-9 und eine weitere Aufnahme eines Neugeborenen. Es wurden dabei keinerlei vorbereitende Präparationen oder Manipulationen chemischer Art

vorgenommen (alle Präparate lagen vorher in Formalin-Lösung üblicher Zusammensetzung). Die Altersbestimmung der Föten wurde mit Hilfe der Bestimmungstabellen nach dem Scheitel-Steiss-Längenindex von KEIBEL-MALL und CORNING, modifiziert nach W. MEYER (Lehrbuch der Histologie der Zahnkeimentwicklung) vorgenommen. Sie stellte jedoch wie jede andere derartige auf diesem Gebiet übliche Altersbestimmung keineswegs eine absolut genaue Methode dar (Th. KIRSCH).

Die Auswahl der Röntgenbilder war bestimmt durch folgende Gründe:

1. Gute übersichtliche Darstellung des Verkalkungsverlaufs im gesamten Zahnbereich führte zum sagittalen Röntgenbild, obwohl dadurch eine partielle Überprojektion mit der beschriebenen Methode nicht zu vermeiden war.
2. Aus Stadien vor Mens 5-6 waren keine Röntgenbilder zu gewinnen, die einen instruktiven und ergiebigen Vergleich zuließen, da auf ihnen im Bereich der Zahnkeime keinerlei Ossifikationen festzustellen waren. Nur die Bilder von Mens 5-6 und Mens 7 - Mens 9 waren brauchbar, da in diesen Zeitintervallen eine starke Zunahme des jeweiligen Verkalkungsstandes und dadurch eine genügend starke Differenzierung der einzelnen Entwicklungsstadien im Röntgenbild voneinander gewährleistet waren. Die rein organische Substanz der Zahnkeime war mit dem obigen Verfahren nicht darstellbar und konnte zum Vergleich nicht herangezogen werden.

TECHNIK

Zu den Aufnahmen wurden industrielle Röntgenfilme der Firma Gevaert "Structurix D 7" benutzt, sowie ein medizinischer Röntgenfilm ohne Folien (Curix-Osray). Diese Filme ermöglichen wegen ihrer geringen Körnigkeit eine gute Wiedergabe von Einzelheiten. Die dabei abnehmende Empfindlichkeit des Filmes konnte dabei vernachlässigt werden, da bei Präparaten auch bei Beobachtungszeiten von Sekunden eine Bewegungsunschärfe nicht zu befürchten ist. Um die Möglichkeiten der Feinzeichnung voll ausnutzen zu können, wurde jedes Präparat durch Aufnahmen mit einer 0,3 Fokusröhre auf das Doppelte vergrößert. Aus dem Structurix-Sortiment wurden für die Untersuchungen der Film D 7 mit einem Belichtungsfaktor 4 gegenüber dem durchschnittlichen medizinischen folienlosen Film gewählt. Für den Film Structurix D 4, der in einigen Untersuchungen angewandt wurde, beträgt der gleiche Faktor 16. Für die relativ grobe Darstellung der Knochenstruktur gab jedoch dieser Film trotz feinerer Zeichnung keine weiteren Vorteile und wurde ausschliesslich zur Darstellung noch früherer Stadien verwandt. (K. DECKER und W. LOY). Anschliessend

wurden diese Röntgennegative mit Hilfe einer fixierten Leica-Kleinbildkamera im Ausschnitt kopiert und vervielfältigt.

VERSUCHSANORDNUNG

Die Aufnahmen der Präparate wurden mit einer Müller-Röhre 2/30 an einem Apparat DA 1000 durchgeführt. Der Abstand des Objekts vom Fokus betrug durchschnittlich 40 cm und der Abstand des Filmes 80 cm, so dass eine sofortige Vergrößerung von 1:2 erreicht wurde. Eine direkte Vergrößerung über das 2,5fache der primären Objektgrösse wurde vermieden. Bei einer Belichtungszeit von 200-600 MAS wurde mit 40-60 kV gearbeitet (DECKER und LOY).



Bild 1 zeigt die Sagittalaufnahme von einem weiblichen Embryo von 15,5 cm Scheitel-Steisslänge, Gewicht 85 gr. Altersbestimmung: Mens 5.

Successive Verkalkung der Schädelknochen ist zu erkennen. Es ist jedoch noch keine röntgenologisch sichtbare Verkalkung der Zahnhartsubstanz in Form von Dentinscherbchen im Röntgenbild feststellbar.



Bild 2 zeigt einen männlichen Embryo von 25 cm Scheitel-Steisslänge mit einem Gewicht von 840 gr. Altersbestimmung: Mitte Mens 7.

Hier sieht man neben der verstärkten Verkalkung aller Schädelknochen beginnende Verkalkung der Incisivi in beiden Kiefern. Vor allem ist im Oberkiefer im Bereich der Frontzähne sehr deutlich und scharf umrissen sichtbar die beginnende hutförmige Verkalkung von den Schneidezahnkanten aus (sog. Dentinscherbchen). Beginnende Verkalkungen im Seitenzahnbereich sind hier auch schon ganz leicht angedeutet auf dem Röntgenbild erkennbar.



Bild 3 zeigt einen männlichen Embryo von 30 cm Scheitel-Steisslänge und 550 gr Gewicht im 7. -8. Monat. Die Verkalkung der Incisivi ist weiter fortgeschritten und umfasst sehr deutlich alle Frontzähne bis einschliesslich der Eckzähne in allen Kieferhälften. Die röntgenologisch sichtbare Verkalkungsschicht ist etwas kompakter und ausgedehnter geworden. Auch hier sind wieder die Verkalkungszentren im Bereich der Schneidezahnkanten als Verdichtungszentren deutlich erkennbar. Im Seitenzahnbereich ist die Verkalkung jeweils im Gebiet der Zahnhöcker ebenfalls schon gut erkennbar. Die Verkalkung ist aber dort auf Grund der wolkigen Zeichnung im Röntgenbild noch als locker und noch nicht sehr stark fortgeschritten zu bezeichnen. Lediglich im Bereich der Schneidezähne sind die bereits vorher erwähnten Verkalkungszentren schon teilweise massiv abgegrenzt, was auf stärkere, die ganze Kronensubstanz umfassende Verkalkung schliessen lässt.



Bild 4 zeigt einen weiblichen Embryo von 37 cm Scheitel-Steisslänge und 1050 gr Gewicht Mitte des 8. Monats. Die Verkalkung der Zahnhartsubstanzen ist beträchtlich fortgeschritten und umfasst jetzt alle 20 Milchzahnanlagen, wobei die Verkalkung der Zahnkronen in allen Kieferhälften von 1 nach 5 successive abnimmt, so dass sie z. B. beim rechten oberen Schneidezahn sehr deutlich und ausgeprägt von der Spitze bis über die Hälfte der Kronenlänge röntgenologisch sichtbar ist, während im Bereich des ersten Milchmolaren nur die leichten Konturen beginnender Verkalkung, vor allem im Gebiet der Zahnhöcker, erkennbar sind.



Bild 5 zeigt einen männlichen Embryo von 42 cm Scheitel-Steisslänge und 1410 gr Gewicht, Mens 9.

Das Bild der Verkalkungsabstufung im Bereich der Zahnhartsubstanzen entspricht etwa dem des vorhergehenden Röntgenbildes, wobei nur auf die weiter fortgeschrittene und viel deutlicher darstellbar gewordene Verkalkung in Bezug auf Volumen und Dichtigkeit hingewiesen werden soll. Sehr schön ist hier auch die mantelartige Nachzeichnung der sich ausbildenden Zahnformen durch die Hartsubstanzen festzustellen. Ausserdem soll nochmal auf die sehr gut sichtbare Abstufung in der Verkalkungsdichte, vom mittleren Schneidezahn bis zum 2. Milchmolaren abnehmend, hingewiesen werden.

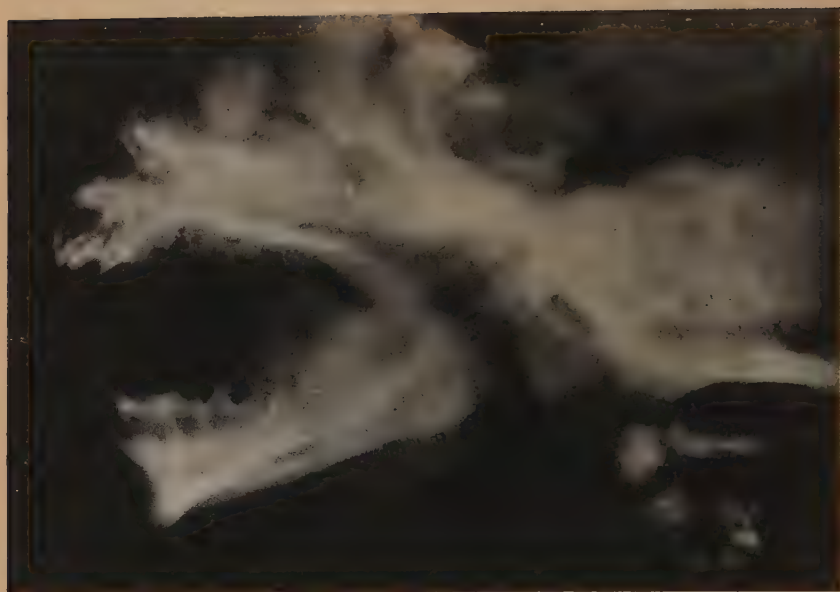


Bild 6 zeigt eine männliche Neugeburt von 53 cm Scheitel-Steisslänge und 2950 gr Gewicht.

Hier sieht man im Bereich des gesamten Gebisses kräftige, kompakte Verkalkungen der Milchzahnkronen, die sich im Bereich der Frontzähne und Eckzähne über die ganze Krone erstrecken, während im Bereich der Milchmolaren die Verkalkung im wesentlichen bis etwa zur Hälfte der ausgebildeten Zahnkronen fortgeschritten ist, also erst ungefähr den Gesamtbereich der Höcker umfasst, nicht aber den gesamten Körper der Zahnkronen ganz umschliesst. Ausserdem ist die Verkalkung im Seitenzahnbereich, der Dichte des Röntgenschnittens nach zu schliessen, bei weitem als nicht so fortgeschritten anzunehmen wie im Bereich der Schneide- und Eckzähne in allen Kieferhälften.

ERGEBNISSE UND VERGLEICH

Nach ZUPPINGER ist die Sichtbarwerdung der Zahnhartsubstanzen im Röntgenbilde ebenfalls auf den 5. -6. Monat datiert (siehe auch weiter oben), wobei wohl im 5. Monat das Auftreten der Verkalkungen in den Schneidezähnen, im 6. Monat die beginnende Verkalkung in den Höckern der Milchmolaren als richtig angenommen werden kann.

Bei den obigen Untersuchungen war eine röntgenologische Beobachtung der Hartsubstanzbildung vor Ende von Mens 5 ebenfalls unmöglich (siehe Bild 1).

Ab Mens 5 bis Ende Mens 7 war die Hartsubstanzbildung in ihren Abstufungen röntgenologisch kaum zu differenzieren. Ab Mens 7-8 jedoch war eine gute Beobachtung der fortschreitenden Verkalkung möglich.

Wir müssen aufgrund der obigen Untersuchungen also annehmen, dass der überwiegende Hauptanteil des Einbaus von röntgenologisch sichtbaren Substanzen in diese Stadien des Fötallebens fällt.

Während Th. KIRSCH in seinen Röntgenuntersuchungen (Reihendarstellung B) die Sichtbarwerdung der Dentinscherbchen an den Frontzähnen bei einer Länge der Föten von etwa 20-27 cm deutlich nachweisen kann (in einer weiteren Reihendarstellung A desselben Autors jedoch erst bei 33-35 cm Scheitel-Steisslänge!) kommt W. MEYER bei seinen rein histologisch-morphologischen Untersuchungen auf einen feststellbaren Erstverkalkungswert im Frontzahnbereich von 15 cm Scheitel-Steisslänge und im Bereich des ersten Milchmolaren auf einen solchen von 17 cm Scheitel-Steisslänge.

RÖSE wiederum (nach Th. KIRSCH) gibt in einer tabellarischen Übersicht über das Auftreten der Zähne ebenfalls aufgrund von histologischen Untersuchungen als erste Spur des Auftretens von Zahnscherbchen eine Länge des Embryos von 24 cm Scheitel-Steisslänge an.

In einer anderen Untersuchung von W. MEYER variiert dieses Auftreten der Zahnscherbchen von 15,5 bis zu 16,7 cm Scheitel-Steisslänge (übrigens auch bei Th. KIRSCH zitiert), während in der gleichen Untersuchung das Auftreten der Verkalkung im Bereich des Caninus bei 21 cm Scheitel-Steisslänge und der beiden Milchmolaren bei 24,5 bzw. 28,4 cm Scheitel-Steisslänge bezeichnet wird.

Bei unseren Untersuchungen ist eine Verkalkung der Zahnhartsubstanz

bei 15,5 cm Scheitel-Steisslänge noch nicht erkennbar (Bild 1), während jedoch bei Bild 2, das einen männlichen Embryo von 25 cm Scheitel-Steisslänge darstellt, eine beginnende Verkalkung der Schneidezähne wie auch der Eckzähne in beiden Kiefern deutlich darstellbar ist. Sie ist mit der oben beschriebenen Methode bestimmt noch etwas früher im Röntgenbild zu fixieren, jedoch fehlte leider ein Fötus im entsprechenden Alter zur Untersuchung.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in den verschiedentlich durchgeführten Untersuchungen teilweise unterschiedliche Messmethoden für die Bestimmung der Embryonenlänge zugrunde gelegt sind oder nur das vermeintliche Alter der Föten angeführt wird, kann man sagen, dass eine unter Berücksichtigung der röntgenologisch bedingten Betrachtungsweise eine weitgehende Annäherung an die angegebenen Werte festgestellt werden konnte.

Allerdings ist doch generell zu sagen, dass das Röntgenbild immer nur eine geraume Zeit nach dem histologischen Nachweis die Sichtbarmachung von beginnender Hartschubstanzbildung möglich machen kann. Die Differenz ist aufgrund der obigen Untersuchungen mit etwa 2-3 Wochen anzunehmen.

Zusammenfassend wäre also zu sagen, dass der Versuch einer röntgenologischen Darstellung der Entwicklung der Zahnhartschubstanz vor Mens 5 nicht sinnvoll ist (was auch ZUPPINGER und Th. KIRSCH in ihren Untersuchungen festgestellt haben).

Die Untersuchung muss sich also auf die Monate Mens 5-9 beschränken.

Des weiteren kann die Darstellung der intrauterinen Zahnentwicklung im Röntgenbild mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens über die Feinstrukturen und den genaueren Gang der Zahnentwicklung in diesen Stadien nichts Neues aussagen, stellt aber eine wertvolle Ergänzung zur Veranschaulichung und bildlichen Darstellung der Verkalkungsvorgänge in den pränatalen Entwicklungsstadien dar. Vor allem kann anhand der ausgewählten Röntgenbilder in Lateralaufnahme das Neben- und Miteinander der Verkalkungsgrade im Bereich der einzelnen Zähne sehr schön beobachtet und dargestellt werden. Als praktische Nutzenanwendung wäre auf forensischem Gebiet z.B. die Möglichkeit gegeben, schon anhand von kleinen Kieferausschnitten eine röntgenologische Altersbestimmung mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens durchführen zu können.

LITERATURANGABEN

- K. DECKER und W. LOY, :
Röntgenhinweise, 5, 1962.
- O. GROSSER, :
Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen,
Springer-Verlag, Berlin, 1945.
- K. HÄUPL, :
Lehrbuch der Zahnheilkunde, Bd. 1, Verlag Urban &
Schwarzenberg, 1953.
- Th. KIRSCH, Heidelberg:
Deutsche Zahn- und Kieferheilkunde Bd. 23, 1955, Heft
5 und 6.
- P. KRANZ, :
Lehrbuch der Zahnheilkunde, 5. Aufl., Karl Hanser-Ver-
lag, München.
- W. MEYER, :
Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsge-
schichte der Zähne des Menschen, Karl Hanser-Verlag,
München 1951.
- E. WEBER, :
Über Hartsubstanzbildung in den menschlichen Kiefern
und Zähnen sowie deren röntgenologische Darstellung.
Medizin. Dissertation, Berlin 1958
- A. ZUPPINGER, in Lehrbuch der Röntgendiagnostik von H. R. SCHINZ,
W. E. BAENSCH, E. FRIEDEL, E. HETTLINGER, Georg
Thieme-Verlag, Stuttgart, 5. Aufl., 1952.

Herrn Prof. Dr. Decker und vor allem auch Herrn Dr. Wiedemann möchte ich an dieser Stelle nochmals meinen Dank aussprechen für die Überlassung des Untersuchungsmaterials und die grosszügige Hilfe und Unterstützung bei meiner Arbeit.

LEBENS LAUF

Ich, Heinrich Mack wurde am 21.8.1933 in Stuttgart geboren. Nach 4 Jahren Grundschule und 9 Jahren Oberschule legte ich das Abitur am neusprachlichen Gymnasium in Urspring-Schelklingen ab. Im Sommersemester 1955 begann ich in München mit dem Studium der Zahnmedizin. Nach dem Physikum folgten weitere Studienjahre in Mainz und Tübingen, zuletzt wieder in München. Im Juni 1961 schloss ich meine Studien mit dem Staatsexamen ab.

Seit Juli 1961 bin ich als zahnärztlicher Assistenzarzt in einer Münchener Praxis tätig.

